Ein Sprachaudiometrisches Verfahren zur Unterscheidung zwischen peripheren und zentralen Empfindungsschwerhörigkeiten

Horst Edmund Trummler

Aus der Hals- Nasen- Ohrenklinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. A. Herrmann

EIN SPRACHAUDIOMETRISCHES VERFAHREN ZUR UNTERSCHEIDUNG ZWISCHEN PERIPHEREN UND ZENTRALEN EMPFINDUNGSSCHWERHÖRIGKEITEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Horst Edmund Trummler
aus Gaggenau
1964

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. A. Herrmann
Dekan:	Prof. Dr. O. Hug
Tag der mündlichen Prüfung:	20.10.1964

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

UNI - Druck, München 13, Amalienstraße 85

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Sprachaudiometrie: Begriff und Funktion	1
II.	Die Hörbahn	4
III.	Die Diagnostik zentraler Hörstörungen	8
IV.	"Binaural Speech Audiometry" von J.J. Groen und A.C.M. Hellema	16
V.	Eigene Untersuchungen	20
	a) Allgemeines	20
	b) Methodik	21
	c) Resultate	22
VI.	Zusammenfassung	38
VII.	Literaturverzeichnis	42

I. SPRACHAUDIOMETRIE: BEGRIFF UND FUNKTION

Bei der Gehörprüfung kann man zwei Gruppen unterscheiden, einmal die instrumentelle Hörprüfung (Prüfung mit Tönen), zum anderen eine Untersuchung mittels Sprache. Für die instrumentelle Hörprüfung wurden zunächst Taschenuhren und sonstige einfachere oder kompliziertere Akumeter verwendet. Die Reihe der Prüfinstrumente führte dann über die Stimmgabel (die ja heute noch ein unentbehrliches diagnostisches Hilfsmittel ist), die Galton-Pfeife und das Monochord zu den modernen Eintonaudiometern.

Es ist klar, daß eine nur qualitative Prüfung mit Tönen nicht ausreichend ist; um das Gesamthörvermögen beurteilen zu können, bedarf es auch der "quantitativen Prüfung mit Sprache als vollkommene Zusammenstellung aller möglichen Lautkomplexe" (BEZOLD). Das Hörvermögen ist daher bislang mit frei vorgetragener Flüster- und Umgangssprache festgestellt worden. Zu diesem Zweck haben sich viele Autoren mit der Aufstellung von Wortprüfungslisten beschäftigt, u.a. WOLF, REUTER, BARANY und LAMPERT.

Ein großer Nachteil dieser Prüfungen liegt aber darin, daß die Ergebnisse verschiedener Prüfer nicht vergleichbar sind. Die Gründe hierfür liegen neben der Unzulänglichkeit des Prüfmaterials an sich, im Dialekt und in der verschiedenen Tonlage und Tonstärke des einzelnen Prüfers.

Es lag deshalb nahe, nach Methoden zu suchen, die einmal eine "genaue und erschöpfende Aussage über das individuelle Hörvermögen" (HAHLBROCK) gestatten und die zum anderen reproduzierbare und vergleichbare Messungen gewährleisten. Eine verbesserte Form der Prüfung des Sprachgehörs, - die Sprachaudiometrie - wurde deshalb von HAHLBROCK ausgearbeitet.

Die Anfänge in dieser Richtung gehen auf BRYANT zurück, der 1904 den von EDISON 1877 erfundenen und von LICHTWITZ 1889 für Hörprüfungen empfohlenen Phonographen, praktisch für Sprachhörprüfungen anwandte. BRYANT sprach erstmalig einsilbige Wörterlisten auf. 1926 stellte Harvey FLETCHER mit dem 4A-Audiometer der Western Electric Company die

Sprachaudiometrie auf eine festere Grundlage. Er verwandte einsilbige Zahlen. Dies war immerhin eine Methode, die im Gegensatz zu der von BRYANT praktische Verwendung fand und bei Reihenuntersuchungen an Schulkindern eingesetzt wurde.

Erst nach dem letzten Kriege wurde in Deutschland der Sprachaudiometrie größere Beachtung geschenkt. Nach FELDMANN ist es das Verdienst SCHUBERTS (1947), das Magnettonprinzip in brauchbarer Form in die Sprachaudiometrie eingeführt zu haben. Weiter zu erwähnen sind hier u.a. AMERSBACH und MEISTER mit ihrem "Wortkatalog für isophone Sprachgehörprüfung" (1950), SCHUBERT (1949) mit einem Zahlentest und (1952) mit seinem "Sprachprüftest für Schwerhörigengeräte". HAHLBROCK entwickelte neue deutsche Wörterteste in Anlehnung an amerikanische Vorbilder und an internationale Standards, die sogenannten Freiburger Wörterlisten: sinnvolle Einsilber (Substantive), die, wie HAHLBROCK angibt, so auf die einzelnen Gruppen (je 20 Wörter) verteilt wurden, "daß die einzelnen Sprachlaute überall gleichoft vorkommen und zwar im gleichen Verhältnis wie in der normalen Sprache". Nachdem jetzt serienmäßig Sprachaudiometer mit Kopien des Originalbandes HAHLBROCKs (seine Einsilber von einem dialektfreien Sprecher auf Tonband aufgesprochen) hergestellt werden, ist eine Vereinheitlichung der Sprachaudiometrie gelungen. Ähnliche Versuche wurden z.B. auch von LÜSCHER und SCHUBERT unternommen.

Obwohl teilweise angegriffen (SCHUBERT), hat sich der Freiburger Sprachtest in Deutschland durchgesetzt. Daneben hat sich im süddeutschen Raum bei Kindern der Münchner Sprachtest von HOF bewährt. Allgemein bekannt sind die von HAHLBROCK ermittelten Durchschnittskurven für Zahlen und Worte.

Der diagnostische Wert sprachaudiometrischer Kurven schien zunächst dürftig: LANGENBECK schreibt 1956 und noch 1963 in seinem Lehrbuch von einem "Seitenzweig der diagnostisch ausgerichteten Reintonaudiometrie" und von einer "rein quantitativen Methode", die uns exakte Auskunft über das Maximum an Sprachverständlichkeit gibt. Man könne versuchen, die Schalleitungs- und Schallempfindungsstörungen abzugrenzen, woran aber kein besonderes Interesse bestünde (Eintonaudiometrie). "Eventuell könnte man die Diagnose der retrolabyrinthären Störungen zu fördern versuchen, indem überraschend großer Diskriminationsverlust für retrolabyrinthäre oder

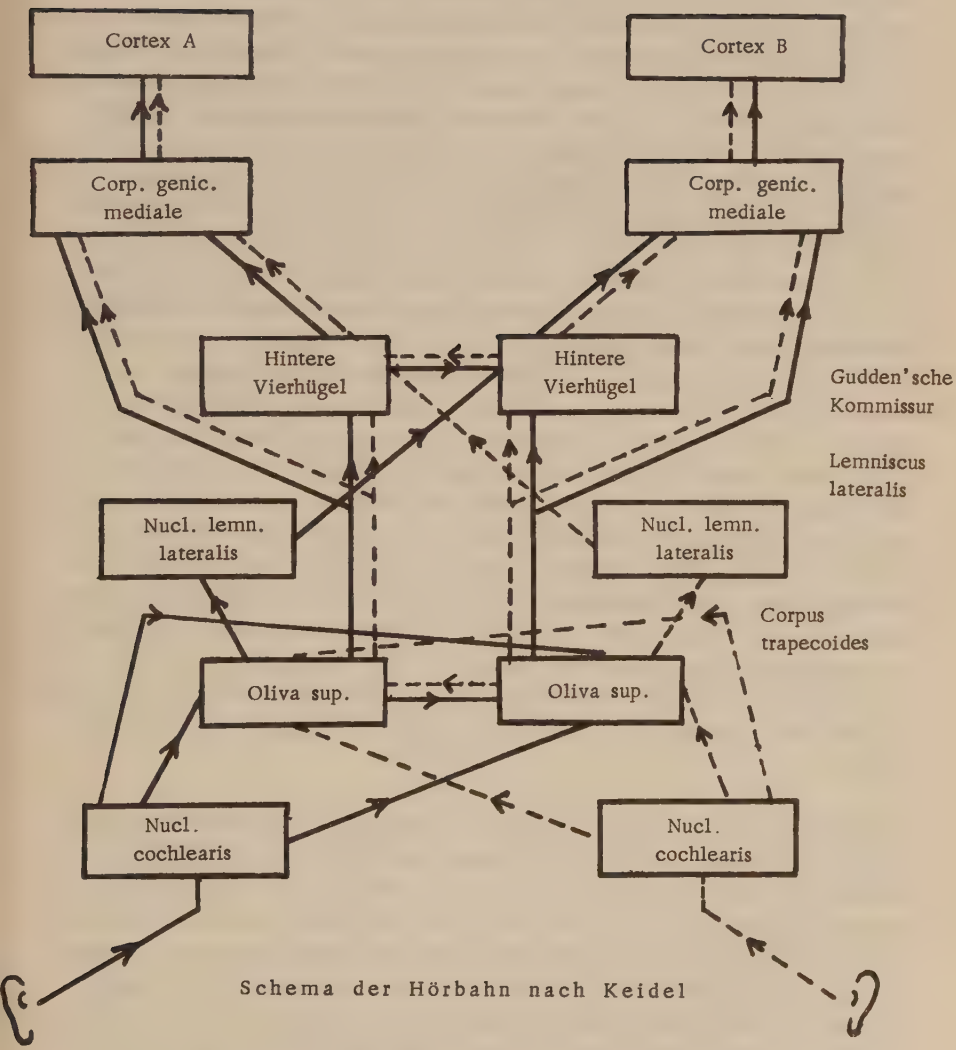
Hörnervenstörung spricht". Immerhin vermittelt das Sprachaudiogramm ein sicheres Bild über das Maximum der Hörfähigkeit und ist ein wichtiges Hilfsmittel bei der Anpassung von Hörgeräten, bei der Begutachtung, und bei der Indikation für gehörverbessernde Operationen, als "eine sehr willkommene Ergänzung der Eintonaudiometrie für eine feinere Diagnostik". (HAHLBROCK).

In jüngster Zeit veröffentlichten GROEN und HELLEMA Methoden, die sich der Sprachaudiometrie zur Unterscheidung zwischen peripher und zentral bedingten Schallempfindungsstörungen bedienen. Damit erschlossen sie einerseits der Sprachaudiometrie ein weiteres Feld, zum anderen entwickelten sie wertvolle Erkenntnisse auf dem Gebiet der Diagnostik zentraler Hörstörungen, die Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

II. DIE HÖRBAHN

Es sollen hier nicht die Physiologie des Innenohres oder die anatomischen Verhältnisse in Details beschrieben werden, doch sei es gestattet, einen kurzen Überblick über den Verlauf der Hörbahn zu geben:

Der Schalltransport, die Reizverteilung und Reiztransformation in einen Erregungsvorgang im Zentralnervensystem finden zumindest eine befriedigende Erklärung. "Das eigentliche Hören jedoch mit seiner Vielzahl von Einzelleistungen, seiner nahtlosen Synthese zwischen den Erregungen vom rechten und linken Ohr, seiner engen Verknüpfung mit den anderen Sinnesorganen - ganz zu schweigen von den uns noch völlig rätselhaften Bezirken des Hörgedächtnisses, der Hörassoziationen, des Musikalisch-Ästhetischen, kommt erst in der zentralen Hälfte des Hörorgans zustande, also im Zentralnervensystem" (MATZKER). Wenn auch viele Erkenntnisse meist durch Aktionspotentialmessung mittels Mikroelektroden gewonnen werden konnten, so sind wir "trotz der fast verwirrenden Fülle bekannter Einzelheiten noch weit entfernt davon, die Vorgänge bei der zentralnervösen Informationsverarbeitung zu überschauen. Manche grundsätzliche Fragen sind noch offen, andererseits ergeben sich laufend neue Gesichtspunkte. Vielleicht werden es die Ergebnisse der fortschreitenden Forschung einmal notwendig machen, das jetzt (wenn auch nur in Umrissen) vorhandene Bild aus der alten und den dazukommenden Mosaikteilchen völlig neu zusammenzusetzen" (KAPAL).



Schema der Hörbahn nach Keidel

Die Hörbahnen bestehen aus vier Neuronen (nach manchen Autoren fünf bzw. sechs), in denen der akustische Reiz nach der Transformation in einen Nervenerregungsvorgang weitergeleitet wird. Das erste Neuron reicht von den Sinneszellen bis zum ventralen und dorsalen Cochleariskern. Hemmungsvorgänge konnten in diesem ersten Neuron bislang nicht festgestellt werden. Im ventralen bzw. dorsalen Cochleariskern erfolgt die Umschaltung zum zweiten Neuron, dessen Fasern teils gekreuzt teils ungekreuzt durch die obere Olivenregion und den Lemniscus lateralis ziehen. Gekreuzt: Vom hinteren Abschnitt des dorsalen Kerns zum Colliculus caudalis und vom dorsalen Abschnitt des ventralen Kerns zur oberen Olive. Ungekreuzt: Vom ventralen Teil des ventralen Kerns zur oberen Olivenregion. Bemerkenswert ist hier, daß im Ursprungsgebiet des zweiten Neurons neben der Erregung auch Hemmung der Erregbarkeit durch Schallreize beobachtet wurde. Das gleiche gilt auch für den Colliculus caudalis sowie für das Corpus geniculatum mediale. In der oberen Olivenregion, im Lemniscus lateralis sowie im Colliculus caudalis liegen die Synapsen zwischen zweitem und drittem Neuron. Die Olivenregion besteht aus der Olive selbst, dem Trapezkörper und anderen Kerngebieten. Sie steht in Verbindung mit den motorischen Kernen der Augenmuskulatur, des Mittelohres sowie des ganzen übrigen Körpers. Es sind hier auch erstmals Impulse von beiden Ohren auslösbar. Zum Colliculus caudalis schicken die meisten Fasern nur Kollateralen, nur wenige Fasern enden hier, um zum dritten Neuron umgeschaltet zu werden. Im caudalen Bereich des Corpus geniculatum mediale liegen die Kerne, die das dritte Neuron auf das vierte umschalten. Von hier werden die Impulse zur Hörrinde weitergeleitet. In dieser sogenannten Hörstrahlung sind auch efferente Fasern nachweisbar.

In sämtlichen Ebenen läßt die Anordnung der Fasern eine Projektion der Schnecke erkennen. Parallelverbindungen sind innerhalb der Hörbahn im zweiten und dritten Neuron wahrscheinlich. Ebenso bestehen transcorticale Verbindungen der primären Hörrinde durch das Corpus callosum zum Hörfeld der anderen Seite, zum Frontallappen und Occipitallappen. Ob alle in der Rinde ankommenden Impulse auf dem beschriebenen Weg geleitet werden, ist nicht gesagt, dies ist lediglich der kürzeste Weg. Es scheint tatsächlich längere Parallelverbindungen zwischen Cochlea und Cortex zu geben, da in der Rinde auf akustische Reize elektrische Reaktionen sehr langer Latenz beobachtet wurden.

Höreindrücke erfolgen auch durch nicht zur Hörrinde gehörige Teile des Cortex und werden durch subcorticale Zentren vermittelt.

Neben der beschriebenen Hörbahn sind noch zu erwähnen:

1) Verbindung zum Tuber vermis des Kleinhirns vom vorderen Abschnitt des dorsalen Cochleariskerns.

2) Auditorische retikuläre Bahn: Dies sind Kollateralen, die in Höhe der Medulla abzweigen. Ihr Vorhandensein ist bewiesen, weil eine schlafende Katze nach Durchtrennung der Hörbahn durch akustische Reize geweckt werden konnte.

3) Tractus olivocochlearis, eine absteigende Bahn von der Olivenregion zur Cochlea. Die Bedeutung der absteigenden Bahnen könnte in einer hemmenden Wirkung liegen.

III. DIE DIAGNOSTIK ZENTRALER HÖRSTÖRUNGEN

Die Versuche, zentrale Hörstörungen zu diagnostizieren, reichen in ihren Anfängen ins Ende des 19. Jahrhunderts zurück. Hier ist neben MANASSE vorallem SIEBENMANN zu nennen, der 1896 in einer ersten größeren Zusammenstellung über 58 aus der Literatur zusammengetragene Fälle von Zwischenhirn und Stammhirntumoren berichtet, die er nach vielen Gesichtspunkten auswertet. In 20 Fällen findet er Schwerhörigkeit, 11 Fälle davon bringt er in unmittelbaren Zusammenhang mit der zentralen Störung und spricht von "Mittelhirntaubheit".

Schon NOTHNAGEL (1879) und BERNHARDT (1881), auf die sich SIEBENMANN u.a. stützt, berichten über einzelne Fälle von Hirntumoren und ihren Auswirkungen auf das Gehör. WANNER und GUDDEN (1900) glauben bei deutlicher Verkürzung der Knochenleitung gegenüber einer relativ guten Luftleitung auf zerebrale Veränderungen schließen zu können. (WANNERSCHES Zeichen). Arteriosklerose, raumfordernde Prozesse und Infektionskrankheiten (bes. Lues) aber auch Verdickungen und Verwachsungen der Hirnhaut und der Schädelknochen wurden als Ursache angesehen.

PHLEPS (1908) kommt bei seinen Untersuchungen an Leichen zur Überzeugung, daß an Stellen von Verwachsungen der Dura mit dem Knochen eine deutliche Verbesserung der Schalleitung vorliegt.

Kritisch damit befaßt haben sich auch HEGETSCHWEILER: ("Über das sog. Wannersche Symptom" 1910), HERZOG: (Kritisches zur Verkürzung der Knochenleitung bei normalem Gehör 1913) BLUMENTHAL (1917) "Untersuchungen über Schallknochenleitung bei Kopfschüssen".

Beim Versuch, gewisse Gesetzmäßigkeiten zu finden zwischen Ursprung und gehörbezogenen Folgen zentraler Störungen, teilt ALEXANDER eine Übersicht über verschiedene zentrale Störungen und die entsprechenden Ohrbefunde mit und bezeichnet die klinischen Erscheinungen im Ohr als wichtigen Behelf zur Aufdeckung zerebraler Erkrankungen (vgl. auch WILDHAGEN).

GÜTTICH, der sich in vielen Veröffentlichungen eingehend mit zentralen Störungen befaßt, beschreibt Erkrankungen in der Nähe des 4. Ventrikels, wobei es zur Ausschaltung des Vestibularis bei doppelseitig normalem Cochlearis kommen soll. Zu anderen Ergebnissen kommen GREINER und WILDHAGEN, die bei Tumoren des 4. Ventrikels eine beidseitige Hörstörung feststellen.

GÜTTICH findet in 5 Fällen einseitiger Prozesse der Kniehöckergegend erloschenes Sprachgehör bei noch erhaltenem Tongehör und spricht von "Kniehöckersyndrom". Diese für zerebrale Störungen charakteristische, nach MATZKER häufig nachweisbare Diskrepanz zwischen Ton- und Sprachgehörverlust, werden auch von KOBRAK erörtert und bestätigt. KOCH und WEILAND führten bei 210 Patienten mit den verschiedensten Krankheitsbildern audiometrische Untersuchungen durch und finden bei 123 Fällen keine Übereinstimmung von Hörverlustkurve und Sprachhörvermögen. Die Knochenleitung lag meist unter der Luftleitung.

Das Recruitment kann keinen Aufschluß bringen, da auch zentrale Störungen Lautheitsausgleich haben können ebenso wie er bei peripheren Störungen fehlen kann. (vgl. THIEBAUT, GREINER, MENGUS; auch GOODMAN).

GRAHE erstellt anhand von 50 Fällen von Hirntumoren eine Systematik über die Funktionsergebnisse seiner Hör- und Gleichgewichtsuntersuchungen: Bei Schädigung der lateralen Schleife schien eine kontralaterale Schwerhörigkeit die Folge. Prozesse neben der lateralen Schleife sollen nur geringe Störungen verursachen. Je mehr der Prozeß zur Hirnrinde gelegen ist, desto größer die kontralateral sich manifestierenden Hörstörungen. In ähnlicher Weise äußern sich FALKENBERG, LE MÉE und ABOULKER, auch RUF. JATHO berichtet, daß zentrale Hörausfälle bei raumbeengenden Prozessen sehr selten seien. Nur bei Prozessen in Bezirken, wo die Hörbahnen eng nebeneinander laufen, sei dies typisch, also in der Brücke, in der lateralen Schleife und im Mittelhirn. (Die gleiche Ansicht äußern auch GREINER und BITTRICH). Bei Stammhirntumoren fände sich parabelähnlicher Verlauf des Eintonaudiogramms, Gehörausfall erfolge erst auf der Gegenseite, dann auf der herdgleichen Seite. (In ähnlicher Weise äußern sich auch GRAHE und BRUNNER). Bei einer Pinealisgeschwulst fand sich hochgradiger Hörverlust beidseits.

GREINER unterscheidet drei Syndrome und gibt dazu entsprechende Formen von Hörstörungen an:

1) Kompression der Gegend des 4. Ventrikels:
Schallempfindungsstörung bei Hörverlust vorwiegend der tiefen Frequenzen.

2) Veränderungen im oberen Medullateil und im caudalen Hirnstamm:

   a) Kompressionssyndrom durch Veränderungen im Hirngewebe selbst:
   Beidseitige Hörstörungen in den tiefen und hohen Frequenzen.
   (Einseitig kontralaterale Hörstörungen bei Schaden des nucl.ruber).
   Sprachgehör demgegenüber noch mehr verschlechtert.

   b) Kompressionssyndrom durch Druck auf Hirnstamm von außen:
   Beidseitiger Hörverlust in den hohen Frequenzen.

   c) Vasculäres Syndrom: Klassische Kurve der Altersschwerhörigkeit.

   d) Degeneratives Syndrom: Hier liegen Hörstörungen vor, denen kein einheitliches Bild zugeordnet werden kann.

3) Subcorticale und Corticale Störungen.

Eine derartige Systematik mit den daraus gefolgerten Gesetzmäßigkeiten, und eine derartige Klassifizierung von zentralen Störungen allein aufgrund der Schwellen- und unterschwelligen Audiometrie wie sie GREINER unternimmt, erscheint heute zumindest zweifelhaft.

Nach WILDHAGEN, der in 75 % von 120 Gehirntumoren Hörstörungen fand, wirken sich zentrale Hörstörungen immer beidseitig aus. Er findet sich in Übereinstimmung mit RUF, der in der Doppelseitigkeit von Hörstörungen bei Ähnlichkeit im Kurvenverlauf und bei geringer Größendifferenz zwischen rechts und links, ein Zeichen einer Schädigung der zentralen Hörbahn sieht. Die Hörstörung sei auf dem Ohr der Gegenseite stärker aufgetreten.

Bei krankhaften Veränderungen des Schläfen- oder Hinterhauptlappens beobachten GRAHE, LE MÉE und ABOULKER, MARBURG, BOCCA, eine kontralaterale Schwerhörigkeit, GREINER, RUF, WILDHAGEN (vgl. o) finden eine doppelseitige Schwerhörigkeit, allerdings mit Betonung auf dem kontralateralen Ohr.

Nach HATTORI liegt die Gehörstörung meist auf der Tumorseite. GOODMAN schreibt über seine Befunde, daß sie keine Seitenlokalisation erlauben, es könne entweder eine gleichseitige Hirnstammschädigung oder eine kontralaterale Rindenschädigung sein.

Man sieht, das Schrifttum zeigt eine kasuistische Fülle, doch widersprechen sich die Ergebnisse in auffallendem Maß. RUF und WILDHAGEN meinen allerdings, daß bei richtiger Beurteilung der otologischen Befunde in Verbindung mit neurologischen Symptomen die Diagnose zentraler Hörstörungen meist möglich sei. WILDHAGEN empfiehlt in diesem Zusammenhang, das von G.E. ARNOLD erarbeitete Untersuchungsschema, allerdings scheint ihm die Anwendbarkeit für den praktisch tätigen Otologen zweifelhaft. ARNOLD hat um einheitlich verwertbare Ergebnisse zu bekommen, ein mit großer Gründlichkeit ausgearbeitetes Untersuchungsschema angegeben, mit dem ihm eine objektive Unterscheidung zentraler Störungen von peripheren Schäden möglich erscheint:

1) Analyse der subjektiven Angaben über Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, zeitliche Verhältnisse und akustisch ausgelöste Parästhesien, die der Untersuchte wahrnimmt.

2) Oto-Laryngologische Untersuchung

3) Vestibularisprüfung

4) Messung des Sprachgehörs

5) Qualitative Hörprüfung (Stimmgabel)

6) Hörschwellenbestimmung

7) Vertäubung des gestörten Ohrs

8) Untersuchung der Hörermüdung

9) Feststellung des Lautheitsausgleichs (nach FOWLER KINGSBURY, LÜSCHER, LANGENBECK, Sprache in verschiedenen Lautstärken)

10) Audiometrischer Nachweis zentral bedingter Dissoziationen

11) Prüfung der Höradaptation

12) Eventuell weitere bestimmte Hörprüfmethoden

13) Musikpsychologische Untersuchungen

14) Phoniatrisches Gutachten.

Es bedarf keiner Frage, daß diese Untersuchungen zeitraubend und teilweise schwierig sind, so daß sie nur von einem erfahrenen Untersucher durchgeführt werden können.

DOERFLER und STEWART versuchten neben der Aufdeckung der Simulation, eine Differenzierung der Hörstörungen zu erreichen, indem sie Sprache mit einem weißen Geräusch überlagerten.

Die Beziehungen zwischen Hirnschäden und Gehör wurden auch an vielen Tierversuchen studiert. Da eine Übertragung der Ergebnisse auf den Menschen nur bedingt möglich ist, sollen hier nur einige Autoren erwähnt werden: NEFF, MEYER und WOOLSEY, STEVENS und DAVIS, WOELLNER und SCHUHKNECHT, KATSUKI.

Die Diagnose zentraler Hörstörungen wurde lange Zeit vernachlässigt. Auch unter Zuhilfenahme neurologischer Befunde blieben die Aussagen des öfteren Vermutungen. Im übrigen ließ es der Otologe bei der Diagnose einer "Schallempfindungsstörung" bewenden. Nachdem nun in der Schwellenaudiometrie ein gewisser Abschluß erreicht ist, und die Verhältnisse des äußeren und Mittelohres weitgehend studiert sind, und auch wertvolle Erkenntnisse über das Innenohr gewonnen wurden, richtet sich die Forschung mehr und mehr auf den Ausbau der Diagnostik zentraler Hörstörungen. KINDLER schreibt im Geleitwort zu FELDMANN (1960), daß gerade jetzt neue Ansätze erkennbar werden, LANGENBECK (1963) spricht von tastenden Versuchen, die sich zu routinemäßiger Anwendung noch nicht eignen. Diese Hörprüfungsmethoden, die zweifellos einen großen Fortschritt in der Diagnostik der zentralen Hörstörungen brachten und "die besondere Anforderungen an die "höheren" Hörfunktionen stellen" (MATZKER), sollen im Folgenden Erwähnung finden:

SALTZMANN und ERSNER prüfen (mit dem von ARNOLD, FLETCHER und von FRÖSCHEL geschilderten Verfahren) das Wortergänzungsvermögen: Aus phonetischen Bruchstücken soll das ganze Wort erkannt werden. Weiter ist SCHUBERT (1955/58) zu nennen mit seiner Hallaudiometrie, wobei er die Verzerrung der Sprache wie sie durch Nachhall entsteht, benützt, um die diagnostischen Möglichkeiten zu erweitern.

HENNEBERT (1955) arbeitet mit veränderter Prüfsprache. Er variiert die Amplituden, schaltet einzelne Frequenzbereiche aus und bot Sprache alternierend in einem bestimmten Wechselrhythmus dem einen und dem anderen Ohr an.

BOCCA (1956) untersucht mit folgenden Methoden:

1) Prüfung des Gehörs mit gefilterter Sprache (Testsprache, die durch Tiefpaßfilter von 500 Hz geschickt war).

2) Prüfung mit unterbrochener Sprache

3) Prüfung mit beschleunigter Sprache

4) Prüfung mit differenter Amplitude

5) Prüfung mit schnell abwechselnder Sprache von einem Ohr zum anderen.

6) Binaurale Summation und Integration:

Ein Ohr bekommt normale Sprache so leise angeboten, daß nur 50 %iges Wortverständnis erreicht wird. Das andere Ohr bekommt die Sprache mit 45 dB angeboten, nachdem sie durch ein 500 Hz-Tiefpaßfilter gegangen war. Auch hierbei wird nie mehr als 50 % Wortverständnis erziehlt. Beide Ohren zusammen ermöglichen jedoch dem Hirngesunden ein wesentlich besseres Sprachverständnis. Mit dieser letzten Methode (6), die BOCCA in einer früheren Arbeit (1955) gesondert beschrieben hatte, arbeiteten auch C. CALEARO und J. F. JERGER, die die Methodik erweitern konnten. BOCCA (auch CALEARO) betont, daß eine normale binaurale Summation nur bei intakter beidseitiger zentraler Hörsphäre möglich sei.

"Künstliche Verzerrung der Sprache durch Änderung der Ablaufgeschwindigkeit beim Phonographen (HERMANN 1893), durch Unterdrückung bestimmter Frequenzen mittels Interferenzröhren (STUMPF 1921) oder elektroakustischer Methoden (FLETCHER 1929) und deren Einfluß auf die Verständlichkeit war als physiologisches Problem schon verschiedentlich untersucht worden (FELDMANN).

Der Gedanke FLETCHERS war auch das Prinzip MATZKERS bei seinem Binauraltest.

Während FLETCHER seine Sprache in zwei frequenzmäßige Hälften bei 1000 Hz teilt, arbeitet MATZKER mit einem Tiefpaßband von 500 - 800 Hz und einem Hochpaßband von 1500 - 2400 Hz. Jedes der beiden Bänder ist für sich (im Gegensatz zu FLETCHER) in nur geringem Prozentsatz verständlich, der Hirngesunde erreicht aber bei beiden Bändern zusammen 100 %ige Diskrimination. MATZKER schreibt, daß die Integration der beiden phonetischen Hälften eine rein zentrale vorwiegend mesencephale Leistung sei, und daß aus dem Grade der Diskrimination bei binauraler Applikation direkt auf den Zustand der Hirnstammsynapsen geschlossen werden kann.

Ein zweiter Test MATZKERS befaßt sich mit der Prüfung des Richtungshörens, als ebenfalls zerebraler Funktion. Hinzuweisen ist hier auf die Arbeiten von RÖSER teilweise in Zusammenarbeit mit CHRISTIAN über das Richtungshören und die dabei ablaufenden zentralen Vorgänge.

MATZKER verwendet für die Prüfung Kurztöne. Eine Verbreiterung der sog. "Mitteneindruckszone" deutet auf eine zentrale Veränderung. Verschiebungen dieser Zone erfolgen bei Erkrankungen der Hemisphären vorwiegend nach der Gegenseite, bei Erkrankungen der hinteren Schädelgrube vorwiegend zur gleichen Seite.

MATZKER gibt einen guten Überblick über den damaligen Stand der Diagnostik zerebraler Hörstörungen und erwähnt noch ein drittes Verfahren, wobei er den Intervallsinn binaural prüft. (Musikpsychologische Untersuchungen). MATZKER benutzt Dreiklänge aus reinen Tönen. Der Untersuchte muß die stark verstimmte Quint rein stimmen (Mittels eines Drehknopfes). Aus groben Abweichungen schließt MATZKER dann auf zerebrale Störungen.

R. MASPETIOL, D. SEMETTE und C. MATHIEU haben in mehreren Veröffentlichungen (1960/61) über ihre Untersuchungsmethoden bei zentral und cortical bedingten Gehörschäden berichtet.:

1. Auditiver Reaktionstest (Messung der Zeit, die zur Wahrnehmung eines Klanges notwendig ist).
2. Binauraler Integrationstest mit Tönen anstatt der sonst üblichen Wörter.
3. Test der zentralen Beeinflussung der Hörermündung.

Neuerdings hat noch A. LUCAS eine Methode angegeben:

Der Patient erhält kurze akustische Tonstöße von 50 Msec. Dauer während 1.6 sec. angeboten. Vor und nach diesem Zeitraum erhält der Patient akustische Reize von einer Sekunde Dauer, um seine Aufmerksamkeit auf die Kurzreize während der 1.6 sec. zu lenken und um einen Ermüdungseffekt zu erzielen. LUCAS mißt nun die Minimalamplitude in Dezibel, die notwendig ist, um die Anzahl der Kurzreize zu erkennen. Seine Ergebnisse zeigen eine

Amplitude von 17 - 20 dB bei Gesunden

Amplitude von 10 - 17 dB bei MENIÈRE - Kranken

Amplitude bis 50 dB bei Hirnerweichungsherden

Die Veränderungen bestanden auf beiden Seiten oder der kontralateralen Seite.

Die Sicherheit der Diagnose-Stellung scheint durch dieses Verfahren nicht erhöht zu sein. LUCAS selbst begegnet den Befunden mit großer Kritik unter Hinweis auf die doppelseitige Projektion zentraler Hörstörungen.

Zum Schluß sei noch auf das Verfahren von J.J. GROEN und A.C.M. HELLEMA hingewiesen, das nachfolgend noch eingehende Erörterung finden wird.

IV. "BINAURAL SPEECH AUDIOMETRY"

von J.J. GROEN und A.C.M.HELLEMA

1960 erschien unter dem Titel "Binaural Speech Audiometry" von GROEN und HELLEMA von der Universität Utrecht eine Arbeit, die sich mit dem Problem der Differenzierung zwischen peripheren und zentralen Schallempfindungsstörungen befaßt, und in der die beiden Autoren eine Methode angeben, die geeignet erscheint, mit einfachen Mitteln eine derartige Unterscheidung zu treffen:

SEEBECK hatte 1846 zum 1. Mal eine Lautstärkeaddition beim binauralen Hören gefunden, eine Tatsache, die später von vielen Autoren bestätigt wurde (URBANTSCHITSCH, TARCHANOW, BOCCA): Die binaurale Schwelle liegt um 3 dB niedriger als die monaurale. Im überschwelligen Bereich ist die binaurale Lautstärke um 6 dB vergrößert im Vergleich zur monauralen. Die Lautstärkeaddition ist umso vollkommener, je geringer der Frequenzunterschied zwischen den jedem Ohr angebotenen Tönen ist. (BÉKÉSY 1929) Bei einem 20 %igen Frequenzunterschied wird keine Lautstärkeaddition mehr erreicht. Das binaurale Hören gewährt eine bessere Auflösungskraft, die durchschnittlich binaural $\sqrt{2}$mal besser ist als die monaurale (SHOWER und BIDDULPH, 1931; VERSTEEGH 1954). Die beiden Autoren streifen dann den Begriff des Richtungshörens, also die Wirkung in den Ohren bei Zeit- und Phasenunterschieden identischer Töne, die beide Ohren zugleich erregen. Zeitunterschiede von 3×10^{-5} sec. führen schon zur Verlagerung des Klangbildes auf das führende Ohr. Zeitunterschiede von 3×10^{-3} sec. bewirken das Hören von zwei getrennten Tönen (WALLACH 1939). Weiter werden erwähnt die Experimente von ARNOLD (zitiert von FLETCHER 1953) und MATZKER (vgl. o.) 1957 berichteten BROADBENT und LADEFOGED, daß man einen Selbstlaut erkennen kann, wenn ein Bestandteil dem einen Ohr und der zweite dem anderen Ohr angeboten wird. Bedingung ist allerdings gleiche Frequenz. Sobald dies nicht mehr zutrifft gelingt eine Verschmelzung der beiden Bestandteile nicht mehr. Diese Überlegungen liegen auch den Experimenten von CHERRY und SAYERS (1956) zugrunde.

Das Verhältnis zwischen monauralen und binauralen Schwellenerscheinungen findet deshalb detailliertere Beschreibung, weil diese Prinzipien grundlegend für die Arbeit sind. Bereits CHOCHOLLE zeigte 1952, daß bei einer Zerlegung der monauralen Schwellenenergie in zwei Kopfhörer die binaurale Schwelle die gleiche bleibt, wenn nur die Gesamtsumme der in beiden Ohren erzeugten Energien konstant und gleich der monauralen Schwellenenergie ist.

Es ergab sich die Frage, ob der Schwellenmechanismus als wohl zentrale Erscheinung einen konstanten Faktor darstellt. DERBYSHIRE und MCDERMOTT verglichen die Schwellen, die mit verschiedenen Methoden erzielt wurden:

1)	Schwelle für bewußte Tonwahrnehmung:	x dB
2)	Schwelle für elektrodermales Ansprechen (EDR; psychogalvanischer Test)	x - 5 dB
3)	Schwelle für elektro-encephalographische Aufnahme (EEG)	x - 10 dB

Für Fall 2) und 3) ergibt sich also ein um 5 bzw. 10 dB niedrigerer Schwellenwert.

DERBYSHIRE und GROEN (1960) fanden eine Empfindlichkeit der Cochlea, die um 20 dB besser ist als die des zentralen bewußten Schwellenmechanismus. Die beiden Autoren bemerken, daß also das Organ für die Wahrnehmung sehr empflindlich ist und daß die Art des Weiterleitens der Impulse und der Mechanismus der Zwischenstation derart ist, daß die Empfindlichkeit, bevor die Wahrnehmung erfolgt, schrittweise verringert wird. In jeder Station scheint ein Teil der Impulse zurückgewiesen und zum Weiterleiten unwichtig angesehen zu werden. Wie oben dargelegt zeigt das EEG die höchste Empfindlichkeit, dann kommen die vegetativen Abläufe (EDR), zum Schluß dann die bewußte Reaktion.

Bei der Sprachprüfung sind alle oben erwähnten Faktoren beteiligt, und es schien interessant, die verschiedenen Aspekte der bewußten Wahrnehmung mit Sprache als Stimulanz zu untersuchen.

KEYS hatte 1947 als erster Versuche in dieser Richtung gemacht und die monauralen und binauralen Tonschwellen bei normalen und schwerhörigen Personen verglichen. Sein Sprachtest bestand aus besonders ausgewählten Sätzen. Er untersuchte auch den Einfluß der Kompensation zwischen zwei ungleichen Ohren.

Das Verhältnis zwischen monauralem und binauralem Hören wurde von GROEN und HELLEMA neu untersucht, da sie den Eindruck hatten, teilweise andere Ergebnisse zu finden als KEYS. Sie wollten feststellen, wie die o.a. Faktoren in defekten Organen zusammenarbeiten im Vergleich mit normalen. Die Schwelle ist bei Hörgesunden zentraler Natur, aber es sollte möglich sein in manchen Fällen von Schallempfindungsstörungen den Defekt in der Cochlea zu lokalisieren, während das Zentralnervensystem in keiner Weise beeinträchtigt ist.

Der Vergleich zwischen monauralem und binauralem Sprachaudiogramm bei Schallempfindungsstörungen ist Gegenstand der Arbeit von GROEN und HELLEMA.

Sie untersuchten 110 schallempfindungsgestörte Patienten vorwiegend in der Altersgruppe von 7 - 14 Jahren.

Ihre Ergebnisse: 34 Fälle zeigten eine ausgesprochen steilere binaurale Kurve.

76 Fälle zeigten eine parallele Verschiebung der binauralen Kurve gegenüber der monauralen Kurve oder keine Veränderung.

GROEN und HELLEMA geben an, daß in den Fällen wo eine sichere Diagnose gestellt werden konnte, die aus der 34-Patienten-Gruppe eine periphere Schwerhörigkeit hatten, die aus der 76er-Gruppe eine zentrale Schwerhörigkeit.

Zusammenfassend zeigt die

1) Zentrale Empfindungsstörung:
eine parallele Verschiebung der binauralen Kurve und gleiche Steilheit (oder keine Veränderung)

2) Periphere Empfindungsstörung:
eine Steilheitserhöhung der binauralen Kurve gegenüber der monauralen.

Als "peripher" im Sinne dieser Arbeit im Gegensatz zu "zentral" wird alles betrachtet, was vor der ersten Verbindung der Gehörtrakte der beiden Ohren liegt. Während noch im nucleus terminalis nur Impulse vom gleichseitigen Ohr durchgehen, können in den oberen Olivenkernen von beiden Ohren aus Erregungen ausgelöst werden (vgl. o.). Dieser erste Verbindungspunkt, der wie gesagt im oberen Olivenkern liegt, wird als Grenzpunkt zwischen peripher und zentral betrachtet. Jede weiter oben gelegene Störung wird hier als zentral angesehen. Eine periphere Schwerhörigkeit kann also begründet liegen in einem cochlearen Schaden, in pathologischen Veränderungen im Ganglion spirale, im Nervus cochlearis sowie der Endkerne und deren Bahnen zu den oberen Olivenkernen. Das hier dargelegte Verfahren gestattet also eine Unterscheidung zwischen Prozessen, die vor bzw. hinter der oberen Olive liegen, jedoch keine darüber hinausgehende Lokalisation.

Eine weitere Differenzierung ist jedoch möglich, wenn neben den sprachaudiometrischen Kurven noch der Lautheitsausgleich bei der Untersuchung mit herangezogen wird. Eine periphere Schwerhörigkeit mit fehlendem Recruitment ist, bei intakter Cochlea, wahrscheinlich im ersten oder zweiten Neuron lokalisiert. Ist bei zentraler Schwerhörigkeit ein Recruitment nachweisbar, muß die Schädigung im Rasmussenschen Bündel liegen.

V. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A) Allgemeines:

Es schien interessant und lohnenswert, die Methode von GROEN und HELLEMA für das deutsche Sprachgebiet anzuwenden und damit gleichzeitig einer Prüfung zu unterziehen. Darüber hinaus werden bei verschiedenen Krankheitsbildern Ergebnisse gewonnen, deren Diagnostik mit audiometrischen Mitteln mit teilweise widersprechendem Erfolg versucht wurde.

Die Frage der weiteren Differenzierung einer Störung mittels Recruitment wurde hier nicht untersucht. Nachfolgende Ergebnisse beziehen sich in erster Linie auf den Vergleich zwischen monauralem und binauralem Sprachaudiogramm und deren Steilheitsverhältnissen. 73 Patienten mit Schallempfindungsstörungen wurden in der Universitäts-Hals- Nasen- Ohrenklinik sprachaudiometrisch untersucht.

Als Untersuchungsraum stand die Camera silens mit einem Eintonaudiometer und einem Sprachaudiometer der Atlas-Werke AG. Bremen zur Verfügung.

Als Prüfungsmaterial diente der Freiburger Sprachtest.

Dabei wurde geprüft, inwieweit das benutzte Sprachaudiometer in der Lage war, an Gesunden die HAHLBROCK'schen Normalkurven zu reproduzieren. Zu diesem Zweck wurden Normalhörende untersucht. Die Ergebnisse bestätigten die HAHLBROCK'schen Werte. Insbesondere wurde auch der Steilheitsanstieg zwischen 15 und 25 dB erreicht, entsprechend normaler Eichung des Audiometers. Eine Kontrolluntersuchung bestätigte diese Ergebnisse und gab gleichzeitig Gewähr, daß am Audiometer zwischenzeitlich keine Veränderungen eingetreten war.

B) Methodik:

Zunächst wurde der Punkt des 50 %igen Zahlenverständnisses ermittelt und dann 35 - 40 dB lauter die erste Wortreihe angeboten. Dieses Vorgehen wurde auch von HAHLBROCK als günstig empfohlen. Zunächst wurden die beiden monauralen Kurven, dann die binaurale Kurve festgelegt.

Auf die Ermittlung des 100 %igen Wortverständnisses (soweit dies überhaupt erreichbar) wurde kein gesteigerter Wert gelegt, da dies zur Beurteilung der Situation nicht wichtig ist. Außerdem war ein unnötiges Abspielen von Wortgruppen, wegen deren beschränkter Zahl (10), zu vermeiden. In der Mehrzahl der Fälle waren die Kurven mit 5 Einzelwerten festzulegen, wie dies auch HAHLBROCK als in der Regel ausreichend ansieht.

Zu Orientierungszwecken wurde auch bei jedem Patienten ein Schwellenaudiogramm angefertigt.

Das Sprachaudiogramm wurde teilweise zuerst vorgenommen, vorallem bei Patienten, deren physische Konstitution zu wünschen übrig ließ, oder wo die Ermüdungsgefahr besonders groß war.

Im Gegensatz zu GROEN und HELLEMA, die ihre Patienten vorwiegend aus der Altersgruppe zwischen 7 und 14 Jahren nahmen, wurden hier Kinder (bis auf zwei 10-jährige) nicht berücksichtigt, da der Eindruck bestand, von Patienten dieser Altersgruppe einen größeren Prozentsatz unzuverlässiger Werte zu bekommen. Auf der anderen Seite wurde Wert darauf gelegt, auch nicht zu alte Patienten für diese Untersuchungen heranzuziehen, (wo nicht gerade das Alter eine wesentliche Voraussetzung der Hörstörung war), um die Ergebnisse nicht durch die altersbedingte Hörminderung zu verwischen.

Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug 37 Jahre.

C) Resultate:

Von den 73 Fällen zeigten: 18 Fälle eine Steilheitserhöhung
55 Fälle eine parallele Verschiebung oder keine Veränderung der binauralen Kurve gegenüber der monauralen.

Nicht in jedem Falle konnte eine sichere Diagnose durchgeführt werden. In denjenigen Fällen aber, in denen eine Diagnose mit Sicherheit gestellt werden konnte, hatten die Patienten aus der Gruppe mit Steilheitserhöhung eine periphere, die aus der Gruppe mit paralleler Verschiebung eine zentrale Störung. Die Angaben GROEN und HELLEMAS können also bestätigt werden: Bei einer peripheren Störung ist die binaurale Kurve steiler, bei zentralen Störungen parallel im Bezug auf die monaurale Kurve. Der binaurale Gewinn betrug bei den Patienten der zentralen Gruppe 6, o dB. Bei den peripheren Fällen war die binaurale Kurve um den Faktor $1,65 \pm 0,3$ dB steiler. (Einen Überblick über die Verhältnisse im einzelnen geben die Tabellen 2) und 3).

Die Verteilung der Patienten zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1:

Gründe der Schwerhörigkeit	Anzahl der Fälle	Binaurales Sprachaudiogramm Diagnose peripher (steiler)	zentral (parallel)
Diabetes	21	1	20
Multiple Sklerose	5	-	5
Karotisteilverschluß	2	-	2
Hirntumoren	12	1	11
Alter	4	-	4
Temporalislappenepilepsie	2	-	2
Schädeltrauma	2	-	2
Zerebraler Gefäßprozeß (davon zwei Hemiparkinson)	5	-	5
M. Menière	5	5	-
Schalltrauma	3	3	-
Sonstige	6	2	4
Unbekannte	6	6	-
Gesamt	73	18	55

Unter der Rubrik "Sonstige" befinden sich ein Kernikterus, ein Sturge-Weber, ein Kretinismus, eine Temporallappenläsion, und zwei cochleare Schäden.

Tabelle 2:

Gründe der Schwerhörigkeit	Binauraler-Gewinn in dB	Differenz Zahlen-Worte in dB
Diabetes	5,1 ± 3	19,6 ± 5
Hirntumoren	7,4 ± 3	22,6 ± 9
Multiple Sklerose	5,8 ± 2	19,8 ± 4
Schädeltrauma	5,5	16,0
Karotisteilverschluß	8,2	22,5
Zerebraler Gefäßprozeß	5,6	24,4
Temporallappenepilepsie	6,5	20,5
Alter	2,0	24,2
Sonstige (Zentral)	6,0	16,0
Gesamt (Durchschnitt)	6,0	20,8

Tabelle 3:

Gründe der Schwerhörigkeit	Steilheits-faktor	Differenz Zahlen-Worte in dB	Binauraler Gewinn bei 50%igem Verst. in dB
M. Menière	1,65	24,2 ± 4	10,4 ± 2
Schalltrauma	1,65	23,6	9,3
Unbekannte	1,66	23,5 ± 4	9,6 ± 2
Sonstige (Peripher)	1,70	24,0	8,6
Gesamt (Durchschnitt)	1,66	23,8	9,6

Der Steilheitsfaktor wurde berechnet aus der Formel: $f = \frac{D\ (bin).}{D\ (mon).}$

wobei D = Diskrimination.

Bezugsebene bildete jene, auf welcher der von der monauralen Kurve am weitesten entfernte Punkt der binauralen Kurve lag.

Zunächst sollen zwei Beispiele von Audiogrammen gebracht werden, die typisch sind, einmal für eine periphere, zum anderen für eine zentrale Störung.

Zeichenerklärung:

Sprachaudiogramm

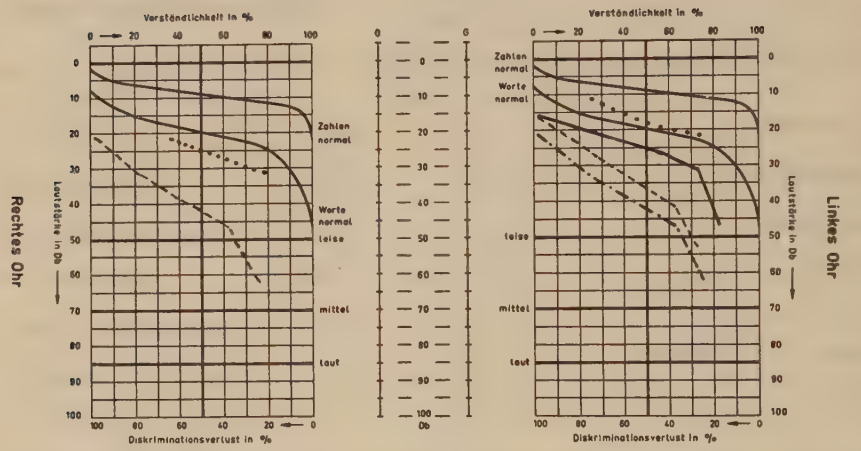
———————— Binaural
— — — — — — Monaural (Worte)
. . . . . . Monaural (Zahlen)
—.—.—.—.—. Monaural (rechts) projiziert

Eintonaudiogramm

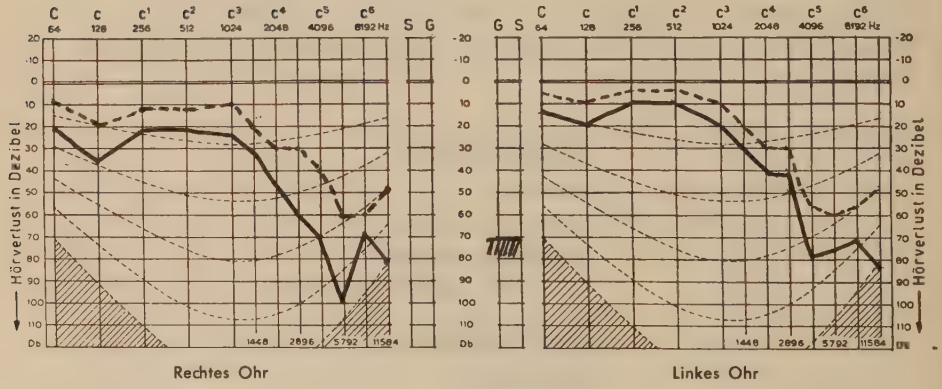
———————— Luftleitung
— — — — — — Knochenleitung

G.L. ♂ Alter 23 Jahre; Diagnose: Schalltrauma, periphere Empfindungsschwerhörigkeit.

Sprachaudiogramm



Einton - Audiogramm

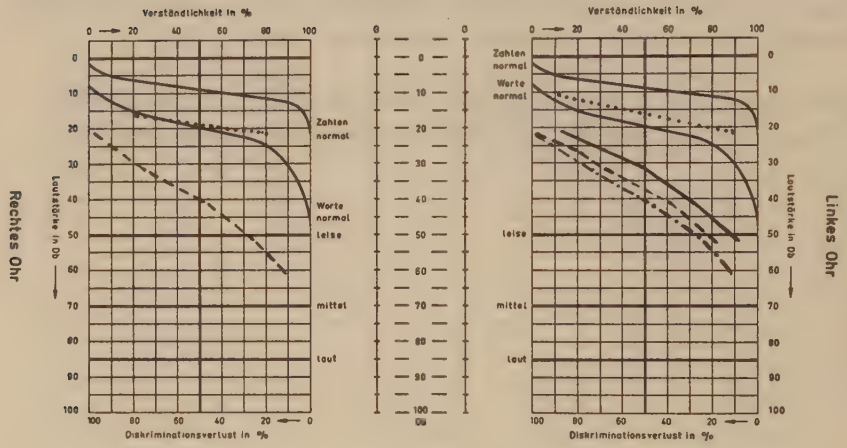


Beim Schalltrauma handelt es sich nach allgemeiner Auffassung um eine cochleare Schädigung, d.h. um einen "peripheren" Schaden. Das Schwellenaudiogramm zeigt neben leichten Verlusten in den unteren Frequenzen, große bei den höheren Frequenzen. Obwohl das Reintonaudiogramm das rechte Ohr schlechter erscheinen läßt, zeigen die beiden monauralen Sprachaudiogramme keinen ausgesprochenen Unterschied. Bei zunehmender Intensität steigt das Verstehen langsamer an als in der Norm.

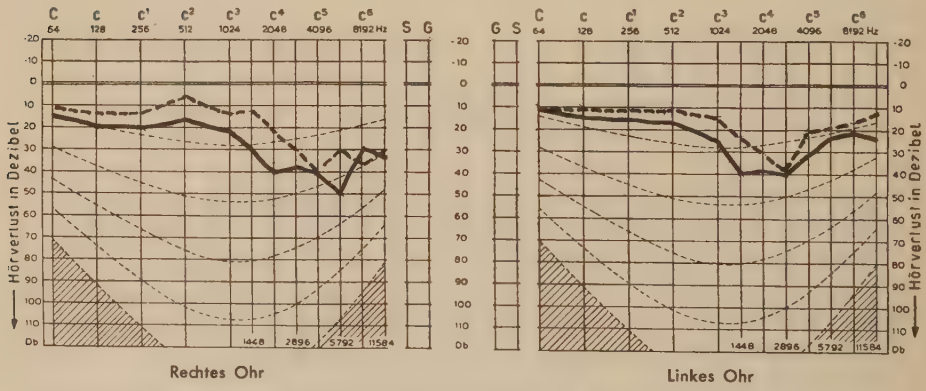
Das binaurale Sprachaudiogramm zeigt einen deutlich steileren Anstieg. Das Verhältnis der binauralen Steilheit gegenüber der monauralen beträgt 2,0.

B.G. ♀ Alter 37 Jahre Diagnose: Hirnstammtumor, zentrale Empfindungsschwerhörigkeit.

Sprachaudiogramm



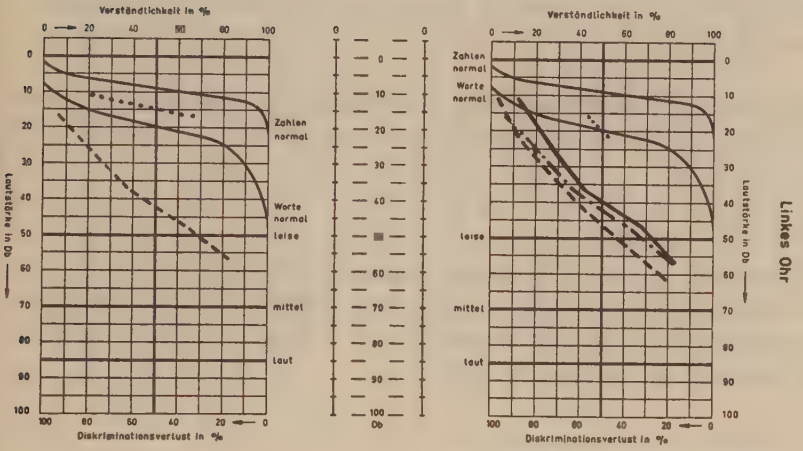
Einton - Audiogramm



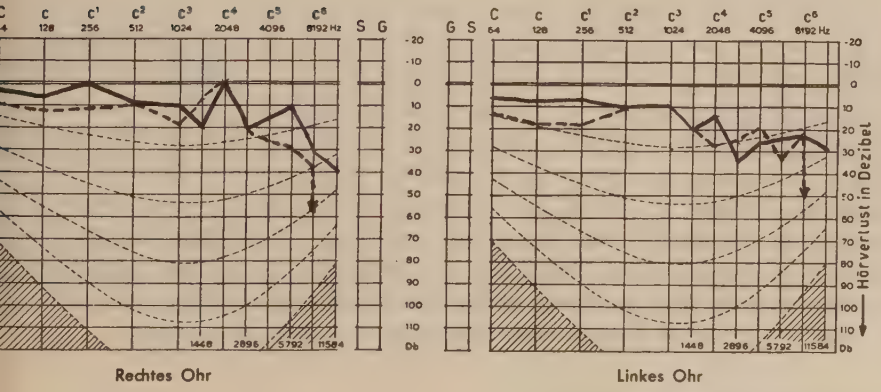
Entsprechend seiner Lokalisation beeinträchtigt dieser Tumor die Hörbahn, es handelt sich also um eine zentrale Störung. Die Reintonaudiogramme zeigen rechts einen etwas größeren Verlust als links. Die monauralen Sprachaudiogramme sind fast gleich. Das binaurale Sprachaudiogramm zeigt die gleiche Steilheit wie das monaurale, um ungefähr 7 dB parallel in leisere Bereiche verschoben.

F.E. ♂ Alter 59 Jahre, Diagnose: Zerebraler Gefäßprozeß mit Hemiparkinson-Syndrom rechts, zentrale Empfindungsschwerhörigkeit.

Sprachaudiogramm



Einton - Audiogramm



Auffällig ist eine besonders flache Kurve und die Diskrepanz zwischen Reinton- und Sprachaudiogramm. Die binaurale Kurve zeigt gleiche Steilheit wie die monaurale, nur ist sie wieder parallel, um ca. 5 dB in niedrigere dB-Bereiche verschoben.

Eine weitergehende Aussage über die einzelnen Krankheitsbilder zu machen ist nicht möglich, da die jeweilige Anzahl der gleichen Krankheitsbilder zu gering ist.

In einer getrennten Betrachtung sollen jedoch kurz die Altersstörungen, die Tumoren, der Diabetes und die multiple Sklerose gewürdigt sein:

Die Altersschwerhörigkeit.

Über die Ursachen der Presbyacusis ist eingehend berichtet und diskutiert worden. Eine rein zentrale oder rein periphere Ursache verteidigt heute wohl niemand. Die Auseinandersetzung scheint lediglich darum zu gehen, wo das Hauptgewicht der Störung liegt.

GÖMERY sieht die Veränderungen sowohl am Perceptionsapparat als auch in den zentralen Bahnen und Zentren.

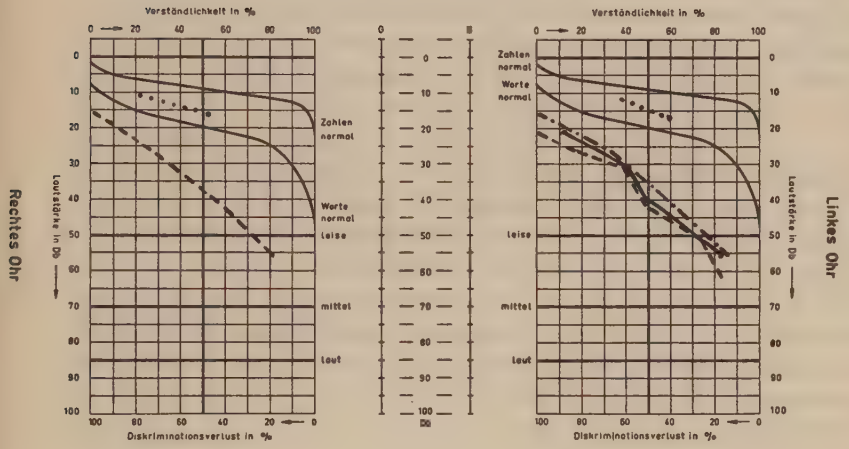
Außer in einer zentralen Arteriosklerose liegt die Ursache nach YANNOULIS auch in einer allmählich auftretenden Minderwertigkeit des schalleitenden Apparates.

P. BLONDIN und E. BOCCA sehen neben der Schädigung der Hörnerven vor allem zentrale Faktoren als Ursache. So scheint heute die herrschende Meinung dahin zu gehen, vorwiegend zentrale Faktoren als Ursache für die Presbyakusis anzusehen. Zu nennen sind hier noch vor allem MATZKER, PIETRANTONI, PESTALOZZA. Die wenigen Fälle, die hier im Rahmen dieser Arbeit vorliegen, gestatten es natürlich nicht, irgendwelche verallgemeinernde Schlüsse zu ziehen. Es sei aber gestattet, zu erwähnen, daß alle 4 Fälle "zentrale" Kurven zeigen, d.h. also Parallelität von binauraler zur monauralen Kurve, bei nur unerheblichem oder keinem binauralem Gewinn, was hier besonders auffällt. Man scheint annehmen zu müssen, daß die zentrale Komponente jedenfalls sehr stark überwiegt.

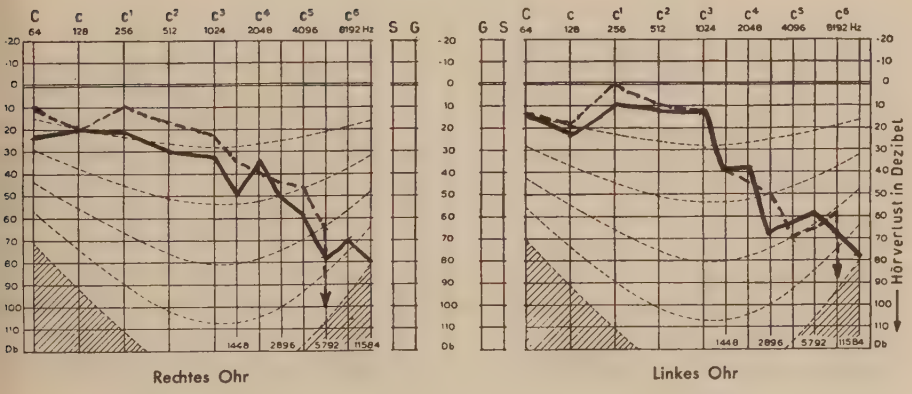
Ein Beispiel hierzu sei angeführt:

H.G. ♂ Alter 65 Jahre, Diagnose: Altersschwerhörigkeit.

Sprachaudiogramm



Einton - Audiogramm



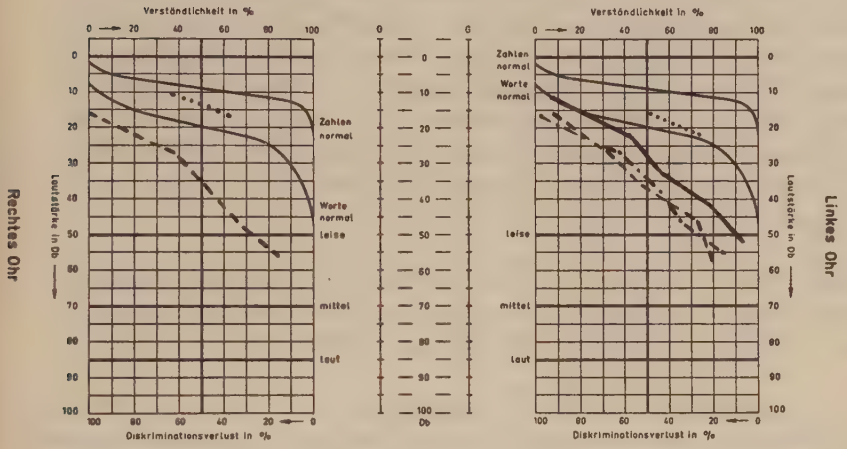
Die Tumoren.

Bei den Tumoren war das Durchschnittsalter 37 Jahre, eine Altersgruppe also in der normalerweise monaurales und binaurales Hören ausgezeichnet sind. Von den 12 Tumorfällen zeigte einer eine steilere binaurale Kurve. Leider konnte diese Patientin aus bestimmtem Grunde einer eingehenden otologischen Untersuchung nicht zugeführt werden, so daß deshalb dieser Fall an sich nicht verwertet werden kann. Vor drei Wochen war der Patientin rechts temporal ein Glioblastom entfernt worden.

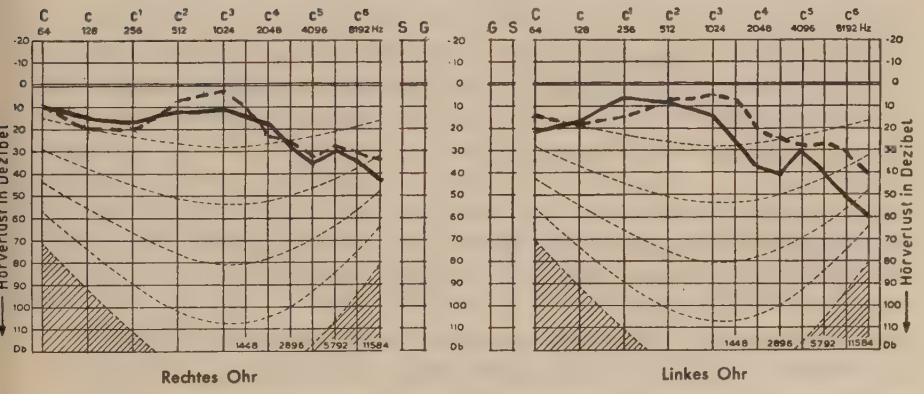
Alle anderen 11 Fälle zeigten eine parallele Verschiebung der binauralen Kurve, also eine zentrale Störung. In diesem Zusammenahng sei auf die Fernwirkung der Tumoren auf den Hirnstamm hingewiesen. (HATTORI, RUF). RUCKES hat in eingehenden histologischen Studien auch bei Tumoren abseits der Hörbahn erhebliche Veränderungen an den Ganglienzellen des Hirnstammes, vorwiegend des Olivenkomplexes feststellen können. Diese Ergebnisse erklären, warum auch bei Herden, die nicht unmittelbar mit dem Hörsystem in Verbindung zu stehen scheinen, eine Hörminderung resultieren kann.

L.Th. ♂ Alter 54 Jahre, Diagnose Ca-Metastase frontoparietal, bei Lungen-Ca. Zentrale Empfindungsstörung.

Sprachaudiogramm



Einton - Audiogramm



Diabetes:

Hier wurde eine Gruppe von 21 Patienten untersucht. 20 Fälle zeigten eine parallele Verschiebung der binauralen Kurve gegenüber der monauralen. Lediglich bei einer Patientin resultierte eine geringe Steilheitserhöhung. Die Beziehungen zwischen Diabetes und Hörverschlechterung wurden schon recht frühzeitig diskutiert. GRUBER äußerte 1886 die Vermutung, über Veränderungen im schallempfindenden Apparat, da die Patienten "von subjektiven Hörempfindungen und Schwerhörigkeit heimgesucht" seien. EULENSTEIN bezweifelte eine Verantwortlichkeit des Diabetes für Innenohrstörungen, während WITTMAACK 1905, HEGENER 1908, BRÜHL 1912, THOMAS E. Edgar 1915 Innenohraffektionen bei Diabetikern beobachteten und als Folge des Diabetes bewerten.

Bis heute scheint sich an dieser Auseinandersetzung nur wenig geändert zu haben. Das Hauptgewicht scheint allerdings heute bei der Frage zu liegen, ob der Diabetes selten oder häufiger Hörstörungen verursacht.

J. PIRART (1961) hält derartige Hörstörungen für relativ selten. PROFAGIO und BARAVELLI (1959) sehen den Diabetes häufiger als Ursache, JÖRGENSEN und BUCH sehen eine Korrelation der Gehörschäden mit der Schwere des Diabetes. Eine Beziehung zur Dauer des Diabetes konnten sie nicht feststellen. Bei 69 Diabetikern nahmen sie in 28 Fällen Innenohrstörungen an. Bei einem anderen Teil erklärten sie den Hörverlust für rein altersbedingt.

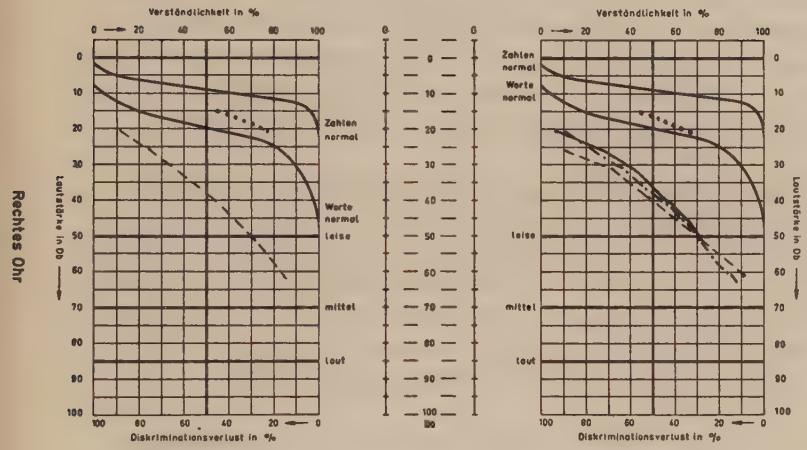
Anhand der vorliegenden Fälle möchte man lediglich bei einem mit einiger Sicherheit, bei einem anderen schon mit Vorbehalten eine Hörstörung verneinen. Bei 7 weiteren mag das Alter mit eine Rolle spielen. Bei den restlichen 12 Fällen scheint jedoch nicht der geringste Zweifel an einer diabetogenen Hörstörung zu bestehen, vor allem, weil es sich zum Teil um sehr junge Patienten handelt.

Bei der Zahl der Patienten ist man versucht, diesem Krankheitsbild gewisse Schwellenaudiogrammkurven zuzuordnen, wenn auch eine derartige Zuordnung nicht in jedem Einzelfall unbedingt zu erhalten ist.

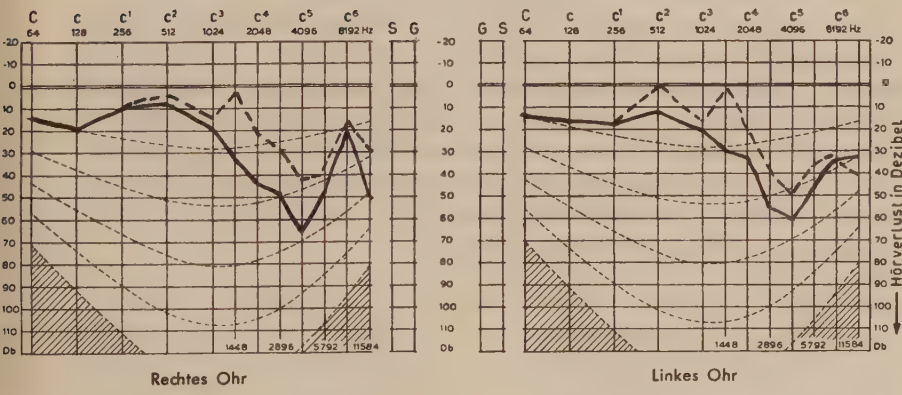
Bei den unteren Frequenzen sieht man einen mehr oder weniger horizontalen Verlauf, im C_4, C_5-Gebiet eine Senke, die eventuell durch einen Altershörverlust der hohen Frequenzen teilweise verwischt ist.
Zusammenfassend sei bemerkt, daß in 57 % der Fälle eine sicher durch Diabetes verursachte Empfindungsschwerhörigkeit anzunehmen ist und zwar im Sinne einer zentralen Störung.

St.V. ♂ Alter 37 Jahre, Diagnose Diabetes

Sprachaudiogramm



Einton - Audiogramm



Multiple Sklerose:

Mit Hörstörungen bei dieser Krankheit hat man sich erst in jüngster Zeit befaßt. WESSELY (1947) verneint Hörstörungen bei multipler Sklerose, im Gegensatz zu KEUTNER (1953) und HELMERT (1954), die zugleich auch charakteristische Schwellenkurven angaben; und zwar Hörverluste in den tiefen und hohen Frequenzen, so daß eine "Kuppenform" der Kurven auffällig sei, F. SALONNA e L. CARBONARA (1959) stellten nur in einem Fall von 18 untersuchten Patienten eine Hörminderung fest.

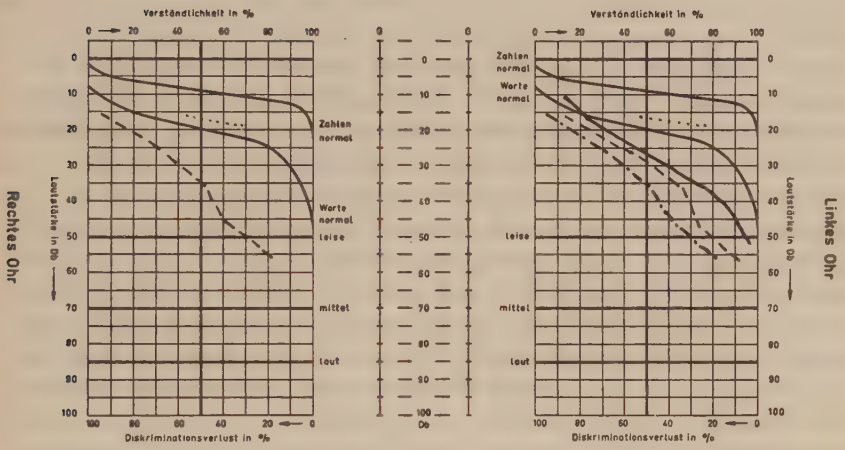
STRÜMPEL (1959) hält Schwankungen in der Intensität des Hörausfalles charakteristisch für die polysklerotische Natur des Geschehens. Diese auf alle Hirnanteile disseminierten Herde sind nach MATZKER verständlicherweise in der Lage, auch "die Hirnstammkerne und damit die Funktionen der Hörbahnsynapsen zu schädigen". MATZKER gibt in 35,7 % einen positiven Ausfall seines Binauraltestes an. Neuerdings beschrieb W. T. SIMPKINS jr. charakteristische Schwellenkurven bei multipler Sklerose:

Die tiefen Frequenzen waren bei seinen Audiogrammen abgesunken. Bis zur Frequenz von 2000 Hz steigt die Kurve dann langsam an, um in den höheren Frequenzen nach der entsprechenden Altersnorm zu verlaufen.

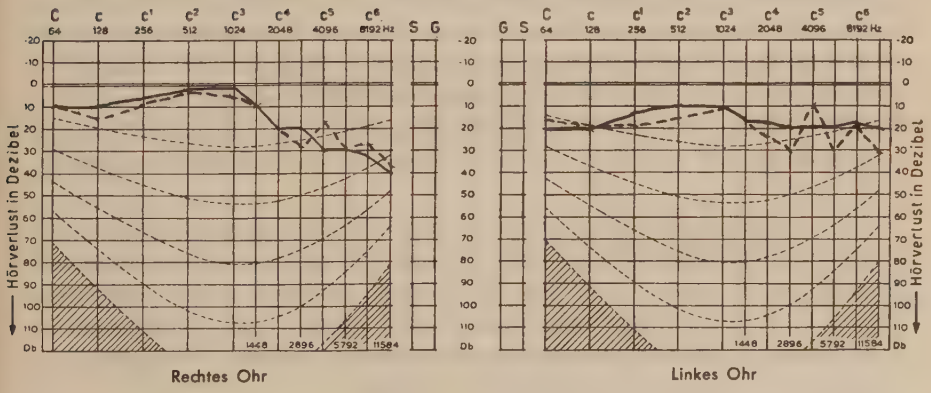
SIMPKINS würde also wie HELMERT und KEUTNER, allerdings nur bei Patienten mit gleichzeitiger Altersstörung, eine Kuppenform bekommen. MATZKER konnte bei seinen 14 Fällen keine derarige Kuppenform beobachten und spricht bei 85 % von normalen Audiogrammen. Die hier vorliegenden 5 Fälle gestatten keine verbindliche Aussage. Bei vorsichtiger Beurteilung könnte man tatsächlich eine Kuppenform des Audiogrammes sehen, keinesfalls jedoch einen weitergehenden Hörverlust in den tiefen Frequenzen wie SIMPKINS dies gefunden hatte. Das Sprachaudiogramm zeigte in jedem Fall eine parallele Verschiebung der binauralen Kurve zur monauralen, also eine zentrale Störung.

M.R. ♀ Alter 39 Jahre, Diagnose Multiple Sklerose; zentrale Empfindungsschwerhörigkeit

Sprachaudiogramm



Einton - Audiogramm



VI. ZUSAMMENFASSUNG

In allen Fällen waren eindeutige Kurven zu erhalten, im Sinne einer parallelen Verschiebung bzw. einer größeren Steilheit der binauralen Kurve zur monauralen, eine Tatsache, die überraschen mußte. Es ist klar, daß die einzelnen Wortgruppen des Freiburger Sprachtestes in ihrem Schwierigkeitsgrad nicht völlig identisch sind. HAHLBROCK gibt in seiner "Sprachaudiometrie" selbst einen Überblick anhand von Versuchen an 20 normalhörenden Studenten über die Streubreite seines Sprachtestes. Seine Ergebnisse zeigten an sich relativ geringe Unterschiede, die bei der allgemeinen Beurteilung der Hörfähigkeit nicht ins Gewicht fallen. Einflußreicher sind diese Faktoren zwangsläufig bei einem Vergleich der Kurven, wie er in dieser Arbeit vorgenommen wurde. Daneben waren Faktoren zu berücksichtigen, die in der wechselnden Aufmerksamkeit bei ein und demselben Patienten, wie überhaupt in einem allgemeinen Nachlassen der Konzentrationsfähigkeit (evtl. auch pathologische Hörermüdung) des Patienten liegen. Beim Zusammentreffen sämtlicher Negativ- bzw. Positivfaktoren sind natürlich irreführende Ergebnisse denkbar.

An die Exaktheit bei der Untersuchung wird hier in wohl noch größerem Maße Anforderungen gestellt als ohnehin schon bei den normalen audiometrischen Untersuchungen. Es muß natürlich dem einzelnen Prüfer und seinem Einfühlungsvermögen überlassen bleiben, zu wissen, wann ein Wert der Überprüfung bedarf. Natürlich sollte man unnötige Wiederholungen vermeiden, in erster Linie wegen der Gefahr der Ermüdung des Patienten, weiterhin um keine (durch die Wiederholung bedingte) unrichtigen Werte zu bekommen und um auch dem Arzt selbst eine lange Untersuchungsdauer zu ersparen.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß mit 5 Werten pro Kurve auszukommen ist.

Wiederholungen können vorgenommen werden mit Gruppen, bei denen der Patient eine nur geringe Diskrimination erreichte.

An dieser Stelle soll noch bemerkt sein, daß das Erinnerungsvermögen nicht unbedingt immer kausal für eine bessere Diskrimination ist. Manchmal "kleben" die Patienten an Worten, die sie schon gehört haben, obwohl neue Worte angeboten wurden. Man möchte behaupten, daß die Fähigkeit, sich zu erinnern teilweise schlechtere Werte verursacht. Eine weitere Erörterung dieser und anderer interessanter Probleme in diesem Zusammenhang scheint hier nicht angebracht.

Wie bei allen anderen audiometrischen Verfahren auch, gibt es natürlich Schwierigkeiten, wenn die Patienten aus irgend welchen Gründen nicht so mitmachen wie es wünschenswert wäre. Hier zeigt es sich, ob der Arzt in der Lage ist, die Patienten trotzdem noch für die Untersuchung zu interessieren und damit vor allem die wichtige binaurale Kurve noch sicher festzulegen. Bei den hier untersuchten Patienten war die Mehrzahl geradezu interessiert bei der Sache. Nur ein kleiner Teil zeigte eine gewisse Indolenz, die teils krankheitsbedingt (Hirntumoren, zerebrale Gefäßprozesse etc.) teils durch das Alter verursacht war. Ein ausgesprochen negatives Verhalten zeigte keiner der Patienten.

Zusammenfassend kann also wiederholt werden, daß der grundsätzliche Unterschied im Verhalten der binauralen zur monauralen Kurve in weitaus der Mehrzahl der Fälle ohne weiteres erkannt und fixiert werden kann.

Es wurde in einem vorstehenden Kapitel versucht, einen Überblick zu geben über die verschiedenen Bemühungen, zentrale Hörstörungen zu diagnostizieren. Zum großen Teil bestanden diese Bemühungen aus mehr oder weniger ausgedehnten "Fallsammlungen", aus denen gewisse Gesetzmäßigkeiten abzuleiten versucht wurde, mit Ergebnissen, die sich teilweise widersprechen, und die Diagnostik nicht recht weiterbrachten. Eigentliche Untersuchungsmethoden wurden erst später angegeben mit mehr oder weniger großem Nutzen.

Das Untersuchungsschema ARNOLDS wäre zweifellos geeignet, eine größere diagnostische Sicherheit und eine Vereinheitlichung der Ergebnisse zu gewährleisten und ist, wie WILDHAGEN schreibt, für die Physiologie und Hirntopographie von großem Wert, doch in der Praxis konnten die Vorschläge ARNOLDS wegen deren allzu großer Umständlichkeit kaum Eingang finden.

Neue Gesichtspunkte brachten jene Methoden, die mit teils unspezifischer, teils spezifischer Sprachverständlichkeitserschwerung arbeiten und ganz besondere Anforderungen an den zerebralen Mechanismus des Hörorgans stellen. Genannt wurden BOCCA, HENNEBERT oder MATZKER. Ohne den großen Wert der Untersuchungen BOCCAS in Zweifel zu stellen, müssen auch hier Bedenken gegen eine allgemeine Brauchbarkeit in der Praxis geäußert werden. Die Vorstellungen MATZKERS haben jedoch nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht, sondern auch für die Praxis Bedeutung erlangt. Es sei daher gestattet kurz darauf einzugehen.

MATZKER betrachtet zunächst jede Methode, die beiden Ohren das Gleiche anbietet, als monaurale Methode, echte Binauraluntersuchungen sind nur solche, die beiden Ohren etwas völlig Anderes anbieten, woraus das intakte Zentralorgan etwas Sinnvolles Ganzes synthetisieren kann. MATZKER betont, daß bei Darbietung von gleichem Material an beide Ohren immer noch eine doppelseitige Beschickung der Hirnstammkerne mit gleichen Impulsen vorliegt und so die durch die gekreuzten Bahnen bedingte vierfache Sicherung nicht zu einer zweifachen abgebaut werden kann. Eine Beleuchtung eventueller Störungen in den zentralen Zusammenschaltungen sei damit nicht möglich. Selbst bei normalem Eintonaudiogramm gelingt es MATZKER eventuell vorhandene Schäden der Hörbahn festzustellen. Allerdings bezeichnet er Audiogramme bis zu 20 dB Hörverlust als normal.

Im Sinne der vorliegenden Arbeit bedeutet "binaural" eine identische Impulsbeschickung gleichzeitig für beide Ohren.

Die bisherigen "monauralen" Methoden hält MATZKER nicht für geeignet, eine zerebrale Hörstörung klar von einer anderen Schallempfindungsschwerhörigkeit abzugrenzen, ähnlich äußern sich auch LÜSCHER und auch GOODMAN, der eine Diagnostik der zerebralen Hörstörungen nur von anderen als den bisher gebräuchlichen Methoden erwartet.

JATHO hält eine topisch diagnostische Unterscheidung zwischen zentralen und peripheren Hörstörungen erst für möglich, wenn ein spezifisches Hörbild der zentralen Schwerhörigkeit bekannt ist. F.G. v. STOCKERT glaubt, daß die audiometrische Untersuchungstechnik bei weiterem Ausbau für die Diagnose zentraler Hörstörungen eine Bereicherung der hirnpathologischen Untersuchungsmethoden bedeuten kann. Eine derartige Bereicherung stellt ohne Zweifel die Methode von GROEN und HELLEMA dar.

Der MATZKER'sche Test hat zweifellos einen festen Platz in der audiometrischen Untersuchungstechnik, doch ist auch hier ein größerer Aufwand an Zeit und Apparatur erforderlich als bei dem Verfahren von GROEN und HELLEMA.

Bei vielen Patienten wird routinemäßig ein Sprachaudiogramm angefertigt. So bedeutet es nur einen geringen Mehraufwand an Zeit, wenn noch die binaurale Kurve festgelegt wird. Vor allem ist jeder Untersucher mit der Technik der Sprachaudiometrie vertraut.

Hörstörungen können natürlich nur in so weit differenziert werden, als sie eben mit dem Einton- und Sprachaudiogramm überhaupt feststellbar sind. Für den Neurologen besitzt insofern der MATZKER'sche Test größere Bedeutung.

Das vorliegende Verfahren ist ein Verfahren zunächst für den Otologen, das ihm gestattet, mit einfachen Mitteln durch binaurale Sprachaudiometrie zwischen peripheren und zentralen Empfindungsschwerhörigkeiten zu unterscheiden, wie dies aus den angegebenen Beispielen zu ersehen ist. Es ist ein sicheres Verfahren ohne großen Zeitaufwand von jedem Otologen durchzuführen und deshalb gerade zu routinemäßiger Anwendung geeignet.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1) Alexander, G.: Die Bedeutung des Ohrbefundes im zerebralen Symptomenkomplex. Handbuch der Neurologie des Ohres. Urban und Schwarzenberg. Bd. II, 1, Seite 515 f. (1924).

2) Arnold, G.E.: Die Untersuchung zentraler Hörstörungen mit neuen Hörprüfungsmethoden. Arch. Hals - usw. Heilk. u. Z. Hals - usw. Heilk. 157, 521 (1951).

3) Békésy, G. von: Phys. Z., 30, 721 (1929).

4) Bernhardt, M.: Beiträge zur Symptomatologie und Diagnostik der Hirngeschwülste. Berlin (1881).

5) Bittrich: Otologisches bei Hirntumoren im Kindes- und jugendlichen Alter. Z. laryng. usw. 36, 287 - 298 (1957).

6) " Otol. Diagnostik der Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. Dtsch. Gesundheitswesen 647 - 652 (1957).

7) Blondin P. et Bocca E.: Contribution à l'étude de la presbyacousie. Effet d'un psychodynamique nouveau. Rev. Laryng. (Bordeaux) 80, 986 - 992 (1959).

8) Blumenthal, A.: Untersuchungen über Schallknochenleitung bei Kopfschüssen. Monatsschrift f. Ohrenheilk. u. Laryngo-Rhinologie Bd. 51, (1917).

9) Bocca, E.: Binaural hearing: another approach. Laryngoscope 65, 1164 - 1171 (1955).

10) " El diagnostico de las sorderas corticales. Acta otorhinolaryngol. ibero-amer. (Barcelona) 7, 451 - 466 (1956).

11) Bocca, E., C. Calearo und V. Cassinari: A new method for testing hearing in temporal lobe tumors. Acta-oto-laryng. (Stockh.) 44, 219 - 221 (1954).

12) Broadbent, D.E. and Ladefoged, P.: J. Acoust. Soc. Amer., 29, 708 (1957).

13) Brühl: Die Ohrenkrankheiten in ihren Beziehungen zur inneren Medizin in Kraus-Brugsch: Spez. Pathol. u. Therap. innerer Krankh. Bd. 9, S. 1 - 88. Urban u. Schwarzenberg (1923).

14) Brunner, H.: Otologische Diagnostik der Hirntumoren, Berlin, Wien: Urban und Schwarzenberg (1936).

15) " Der otogene Schläfenlappenabszeß. Handb. d. Neurologie d. Ohres. Urban u. Schwarzenberg Bd. II, 2, S. 1323 ff. (1924).

16) Bryant, W.S.: A phonographic acoumeter. Arch. Otol. 33, 438 (1904).

17) Calearo, C.: Binaural summation in lesions of the temporal lobe. Acta oto-laryng. (Stockh.) 47, 392 - 395 (1957).

18) Calearo, C.: Detection of malingering by periodically switched speech. laryngoscope 67, 130 - 136 (1957).

19) Cherry, E.C. and Sayers, B.: J. Acoust. Soc. Amer. 28, 889 (1956).

20) Chocholle, R. and Baugart, E.: C. R. Sc. Soc. Biol. 146, 194 (1952).

21) Doerfler, L.G. und Stewart, K.: Malingering psychogenic deafness. J. speech. diss. 11, 181 - 186 (1946).

22) Derbyshire, A.J. and Mc. Dermott, M.: Int. Conf. Audiol. St. Louis. (1957).

23) Edgar Z.O.: Klinische Untersuchungen über die Erkrankungen des Gehörorgans bei Diabetes mellitus mit besonderer Berücksichtigung usw. internat. Zentralblatt für Ohrenheilkunde Jg. 49 H 4 u. 5 S. 225 (1915).

24) Falkenberg, K.: Beitrag zur Klinik und Pathologie der Mittelhirnschwerhörigkeit. Arch. Ohr-usw. Heilk. 149, 187 - 198 (1941).

25) Feldmann, H.: Die geschichtliche Entwicklung der Hörprüfungsmethoden., G. Thieme Stuttgart (1960).

26) Fletcher, H.: Speech. and Hearing. D. van Nostrand Company. (1929).

27) Goodman, A.C.: Some relations between auditory function and intracranial lesions with particular reference to lesions of the cerebellopontine angle. Laryngoscope 67, 987 - 1010 (1957).

28) Gömeri, B.: Über die Presbyakusis.
Z. Laryng. Rhinol. 40, 796 - 803 (1961).

29) Grahe, K.: Zentrale Hörstörungen.
Z. Hals-usw. 6, 498 - 540 (1923).

30) " Erfahrungen der oto-rhinologischen Hirntumordiagnostik auf Grund verifizierter Fälle.
Z. Hals-usw. Heilk. 36, 170 - 198 (1934).

31) Groen J.J. and A. C. M. Hellema: Binaural Speech Audiometry.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 52, 397 - 414. (1960).

32) Gruber: Lehrbuch der Ohrenheilkunde (1886).

33) Güttich A.: Otologische Erfahrungen bei der Untersuchung von Hirntumoren.
Z. Hals-usw. Heilk. 36, 78 - 164 (1934).

34) " Zur Klinik der Tumoren des 4. Ventrikels, zugleich ein Beitrag zur Schallrichtungsbestimmung bei intaktem Cochlearis und fehlendem Vestibularis.
Arch. Ohr-usw. Heilk. 147, 5 - 8 (1940).

35) " Weiterer Beitrag zur Symptomatologie der Hirnstammerkrankung.
Arch. Ohr-usw. Heilk. 150, 344 - 346 (1941).

36) " Neurologie des Ohrlabyrinths.
S. 29/30. G. Thieme Leipzig (1944).

37) Hahlbrock K.H.: Sprachaudiometrie. Grundlagen und praktische Anwendung einer Sprachaudiometrie für das deutsche Sprachgebiet.
Georg Thieme Stuttgart (1957).

38) Hahlbrock, K.H.: Kritische Betrachtungen und vergleichende Untersuchungen der Schubert'schen und Freiburger Sprachteste.
Z. Laryng. Rhinol. 39, 100 - 115 (1960).

39) Hattori, H.: Gehörstörungen bei Hirntumoren.
Z. Laryng. Rhinol. 40, 532 - 542 (1961).

40) Hegetschweiler: Über das sog. Wannersche Symptom.
Arch. f. Ohrenheilk. Bd. 60 (1910).

41) Helmert, G.: Hörstörungen bei multipler Sklerose.
Verlag Volk und Gesundheit. Berlin (1954).

42) Hennebert, D.: L'integration de la perception auditive et l'audition alternante.
Acta otol. belg. 9, 344 - 346 (1955).

43) Hermann, L.: Phonographische Untersuchungen.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 53, 1 - 51 (1893).

44) Herzog: Kritisches zur Verkürzung der Knochenleitung bei normalem Gehör.
Münch. med. Wochenschr. (1913).

45) Jatho, K.: Beitrag zur audiometrischen Diagnostik der zentralen Hörstörung.
Arch. Ohr-usw. Heilk. u. Z. Hals-usw. Heilk. 165, 331 - 336 (1954).

46) Jatho und Heck: Die Altersschwerhörigkeit und ihre Beurteilung im Schwellenaudiogramm.
HNO (Berl.) 7, 251 - 252 (1959).

47) Jerger, J.F.: Observations on auditory behavior in lesions of the centra auditory pathways.
Arch. otolaryng. 71, 797 - 806 (1960).

48) Jörgensen, M.B. and Buch N.H.: Studies on inner-ear function and cranial nerves in diabetes. Acta oto-laryng. (Stockh.) 53, 350 - 364 (1961).

49) Kapal, E.: Gehörsinn in Landois-Rosemann. Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 28. Auflage, 930 - 935, Urban u. Schwarzenberg, München und Berlin (1962).

50) Katsuki, Y.: Neural mechanism of auditory sensation in cat. J. otorhino-laryng. Soc. Jap. 63, Suppl. 2, 30 - 35 (1960).

51) Keidel, W.D.: Physiologie des Hörens. Klin. Wschr. 37 H. 23 1205 - 1215 (1959).

52) Keutner, W.: Hörstörungen bei multipler Sklerose. HNO 4, 133 - 135 (1953).

53) Keys, J.W.: J. Acoust. Soc. Amer. 19. 620 (1947).

54) Kobrak, F.: Über Schizakusis. Arch. Ohr-usw. Heilk. u. Z. Hals-usw. Heilk. 157, 543 - 548 (1951).

55) Koch, J. und Weiland, E.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Hörverlustkurve und Sprachverständnis. Z. Laryng. 29, 423 - 429 (1950).

56) Langenbeck, B.: Leitfaden (1956) bzw. Lehrbuch der praktischen Audiometrie (1963) G. Thieme Stuttgart.

57) Lichtwitz, L.: Über die Anwendung des neuen Edisonschen Phonographen als allgemeinen Hörmesser. Int. Congr. Otol. Laryng. 16, 21.9.1889. Paris. Arch. Ohrenheilk. 29, 302 - 304. (1890).

58) Lucas, A.: Die Differentialdiagnose der verschiedenen Schallempfindungsschwerhörigkeiten mittels einer neuen audiometrischen Untersuchungsmethode. Prüfung transistorischer Phänomene. HNO (Berlin) 10, 43 - 46 (1962).

59) Lüscher, E.: Zerebrale Hör- und Vestibularisstörungen. Lehrbuch der Ohrenheilkunde. Springer, Wien. S. 362 ff. (1952).

60) Lüscher, E. und Ch. Baud: Die Sprechaudiometrie. Z. Hals-usw. 157, 549 (1951).

61) Marburg, O.: Die Tumoren der Schläfenlappen. Handb. d. Neurolog. d. Ohres. Urban und Schwarzenberg Bd. II. 2, S. 1869 ff. (1924).

62) Maspétiol, R., D. Semette et C. Mathieu: Introduction à l'ètude des troubles auditifs corticaux. Ann. Oto-laryng. 77, 287 - 295 Paris (1960).

63) " Etude clinique des troubles auditifs dans les lésions corticales. Dem. Hôp. Paris 37, 1229 - 1234 (1961).

64) " Le contrôle central de l'audition et ses tests audiometriques. Acta otol-laryng. (Stockh.) 54, 38 - 48 (1961).

65) " Les troubles auditifs d'origine corticale. Cah. Coll. Med.Hop. Paris 2, 309 - 315 (1961)

66) Matzker, J.: La valeur de l'examen de la localisation acoustique pour le diagnostic des processus cérebraux. Ann. Oto-laryng. Paris 78, 572 - 576 (1961).

67) " Ein neuer Weg zur otologischen Diagnostik zerebraler Erkrankungen. Z. Laryng. 36. 177 - 189 (1957).

68) " Ein binauraler Hörsynthesetest zum Nachweis zerebraler Hörstörungen. G. Thieme Stuttgart (1958).

69) " Two new methods for assessment of central auditory functions in cases of brain disease. Ann. Otol. (St. Louis) 68, 1185 - 1197 (1959).

70) " Heutiger Stand der Diagnostik zerebraler Hörstörungen. HNO 8, 97 - 109 (1960).

71) Matzker, J. und B. Springborn: Fehlerbreite der Schallokalisation in versch. Altersklassen. Acta Oto-laryng. (Stockh.) 50, 463 - 468 (1959).

72) Le Mée, J.M. und P. Aboulker: Les données actuelles de la physiologie de l'audition et leurs applikations cliniques et chirurgicales. Librairie Arnette Paris (1953).

73) Neff, W.D.: Neural mechanism of hearing: Some experimental studies of the auditory nervous system. Laryngoscope 61, 289 - 295 (1951).

74) Nothnagel, M.: Topographische Diagnostik der Gehirnkrankheiten.
Berlin (1879).

75) Phleps, Ed.: Die diagnostische Verwertung der schalleitungsveränderungen des Schädels bei intra- und extracraniellen Herderkrankungen.
Arch. f. Psychiatr. u. Nervenkrankheit. Bd. 43, (1908).

76) Pirart, J.: Le diabete entraine-t-il des domages au niveau de l'apparail cochleovestibulaire.
Acta oto-rhino-laryng. belg. 15. 469 - 480 (1961).

77) Profagio, A. e P. Baravelli: La funzione uditiva nel diabete.
Otorinolaring. ital. 28, 103 - 111 (1959).

78) Röser, D.: Die zentralen Vorgänge beim Hören differenter Schallbilder.
Arch. Ohr etc. 174, 568 - 583 (1960).

79) " Die zentralen Vorgänge beim Richtungshören.
Arch. Ohr etc. 177, 57 - 72 (1960).

80) Röser, D. und W. Christian: Ein Beitrag zum Richtungshören.
Z. Laryng. 36, 432 - 445 (1957).

81) Ruckes, J.: Über morphologische Befunde im Gebiet der Pons und des 4. Ventrikels bei Affektionen des Großhirns.
Virchows Archiv 328, 157 - 164 (1956).

82) Ruf: Untersuchungen über zentrale Hörstörungen.
Z. Hals-usw. Heilk. 36, 240 - 243 (1934).

83) Salonna, F. e L. Carbonara: Reperti otovestibulari in soggetti affetti da sklerosi a placche.
Otorinolaring. ital. 28, 233 - 241 (1959).

84) Schubert, K.: Ein neues Audiometer und die damit erzielten Ergebnisse.
Z. Laryng. Rhinol. 30 (1951) 11 - 26.

85) " Über einen Sprachprüftest für Schwerhörigengeräte.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.-Heilk. u. Z. Hals-Nas-Ohrenheilk. 162, 67 - 84 (1952).

86) " Sprachhörprüfmethoden, Grundlagen, Würdigung, und Anwendung bei Begutachtung und Hörgeräteanpassung.
G. Thieme Stuttgart (1958).

87) Shower, E.G. and R. Biddulph: J. Acoust. Soc. Amer, 3, 275 (1931).

88) Siebenmann, F.: Über die zentrale Hörbahn und über ihre Schädigung durch Geschwülste des Mittelhirns, Speziell der Vierhügelgegend und der Haube.
Z. für Ohrenheilkunde 29, 28 - 91 (1896).

89) Simpkins, W.T. jr.: An audiometric profile in multiple sklerosis.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 73, 557 - 564 (1961).

90) Stevens, S.S. and H. Davis: Hearing. Its psychology and physiology.
John Wiley & Sons New York, 4. Aufl. (1954).

91) v. Stockert, F.G.: Zentrale Hörstörungen.
Fortschr. d. Neurol. Psychiatrie 22, 457 - 472 (1954).

92) Strümpel: Doppelseitige Ertaubung als Initialsymptom einer multiplen Sklerose.
HNO (Berlin) 7, 190 (1959).

93) Stumpf, C.: Zur Analyse der Konsonanten. Veränderung des Sprachverständnisses bei abwärts fortschreitender Vernichtung der Gehörsempfindung. Passow-Schaefers Beitr. Hals-Nas.-Ohrenheilk. 17, 151 - 190 (1921).

94) Thiebaut, F., G.F. Greiner und M. Mengus: Lesions des voies auditives centrales s'accompagnant de recruitment. Ann. d'Oto-Laryngologie 73, 257 - 261 (1956).

95) Urbantschitsch, V.: Über Wechselbeziehungen zwischen beiden Gehörorganen. Arch. Ohrenheilk. 35, 1 - 27 (1893).

96) Versteegh, R.M.: Frequency Modulation and the Human Ear. (Hesis Utrecht) (1954).

97) Wallach, H.: J. Acoust, Soc. Amer. 10, 270 (1939).

98) Wanner und Gudden: Die Schalleitung der Schädelknochen bei Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute. Neurol. Zentralbl. (1900).

99) Wessely, A.E.: Hals-, Nasen-Ohrenerkrankungen, Urban und Schwarzenberg (1947).

100) Wildhagen, F.K.: Der Wert des Audiogramms bei zentralen Hörstörungen. Arch. Ohr-usw. Heilk. u. Z. Hals-usw. Heilk. 166, 59 - 66 (1954)-

101) Wittmaack: Degenerative Neuritis bei Diabetes mellitus Z.f. Ohrenheilkunde u.f. Krankh. d. Luftwege. Bd. 53, S. 19.

102) Woellner, R.C., H.F. Schuhknecht: Haering loss from lesions of the cochlear nerve: an experimental and clinical study. Trans. Ophthalm. and Otolaryng. 59, 147 - 149 (1955).

103) Yannoulis, G.: Gesichtspunkte zur Begutachtung der Lokalisierung der Schwerhörigkeit mit besonderer Berücksichtigung der Presbyakusis. Mschr. Ohrenheilk. 93, 293 - 294 (1959).

Sehr zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. Georg Loebell für die Überlassung des Themas, und dem Leiter der Sprach- und Stimmabteilung Herrn Dr. Ernst Loebell für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit.

LEBENSLAUF

Am 23. Juli 1934 wurde ich als Sohn des Diplomkaufmanns Dr. Wolfgang Trummler und seiner Frau Elisabeth, geb. Rahner in Gaggenau/Baden geboren.

Nach 4 Klassen Volksschule in Gaggenau, Besuch des Progymnasiums der gleichen Stadt von 1944 - 1950. Von 1950 - 1953 (Abitur) neusprachliches Gymnasium Rastatt.

Studium der Rechte in Freiburg und München von 1953 - 1957, Studium der Zahnmedizin 1957 - 1963 in München. Physikum im Oktober 1959, Staatsexamen beendet am 28. Jan. 1963. Zur Zeit Assistent in einer Praxis in Gaggenau.